はじめに

こんにちは。
この講座では，化学基礎の中で，重要かつ得点差になりやすい部分を重点的に扱います。

知識の部分も多いですが，計算の「mol」や「濃度」などは，手を動かして解いてみるトレーニングが必要です。学校等でもらった問題集等と併用して，しっかり演習していってくださいね。

前半を乗り越えると，後半は少しずつ楽に感じるはずです。
諦めずに最後まで頑張りましょうね。

応援しています。

坂田　薫

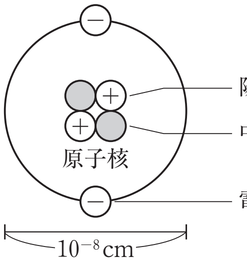
目次

第 1 講　物質の構成粒子と化学結合 ―― p.2
第 2 講　物質量と化学反応式 ―― p.8
第 3 講　酸と塩基①（酸と塩基の基本・pH・中和点での量的関係） ―― p.15
第 4 講　酸と塩基②（塩・酸と塩基の反応・中和滴定） ―― p.23
第 5 講　酸と塩基③（逆滴定・二段滴定） ―― p.29
第 6 講　酸化還元①（酸化還元の基本・酸化数・酸化剤還元剤） ―― p.34
第 7 講　酸化還元②（酸化還元反応・酸化還元滴定） ―― p.39
第 8 講　酸化還元③（COD・ヨウ素滴定・金属のイオン化傾向・電池） ―― p.44

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第１講　物質の構成粒子と化学結合

1　原子の構造



	電荷	質量	質量比
陽子	＋1	1.673×10^{-24} g	1
中性子	±0	1.675×10^{-24} g	1
電子	−1	9.109×10^{-28} g	$\frac{1}{1840}$

原子番号　＝　陽子数　(＝電子数)

質量数　＝　陽子数＋中性子数

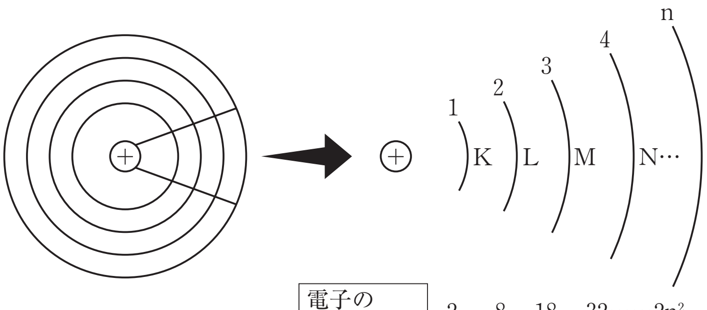
質量数 →　原子番号→　${}^{4}_{2}$He
『ヘリウム4』

※　同位体

原子番号(陽子数)が同じで質量数(中性子数)が異なる原子。

同位体の関係にある原子をまとめたものが元素である。

2　電子配置



電子の最大収容数　2　8　18　32……$2n^2$

原子番号1～20番の元素の電子配置

周期	族	元素	電子配置	周期	族	元素	電子配置
1	1	$_{1}$H	K^1	3	1	$_{11}$Na	$K^2L^8M^1$
	18	$_{2}$He	K^2		2	$_{12}$Mg	$K^2L^8M^2$
2	1	$_{3}$Li	K^2L^1		13	$_{13}$Al	$K^2L^8M^3$
	2	$_{4}$Be	K^2L^2		14	$_{14}$Si	$K^2L^8M^4$
	13	$_{5}$B	K^2L^3		15	$_{15}$P	$K^2L^8M^5$
	14	$_{6}$C	K^2L^4		16	$_{16}$S	$K^2L^8M^6$
	15	$_{7}$N	K^2L^5		17	$_{17}$Cl	$K^2L^8M^7$
	16	$_{8}$O	K^2L^6		18	$_{18}$Ar	$K^2L^8M^8$
	17	$_{9}$F	K^2L^7	4	1	$_{19}$K	$K^2L^8M^8N^1$
	18	$_{10}$Ne	K^2L^8		2	$_{20}$Ca	$K^2L^8M^8N^2$

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

3　イオンとエネルギー

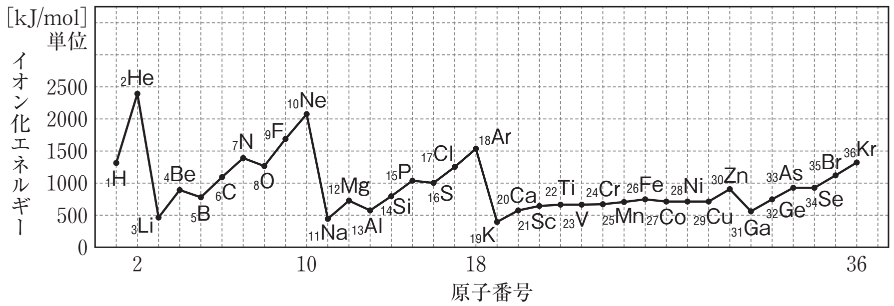
(1)　イオン化エネルギー　I_A

気体状の原子から電子を取り去って陽イオンにするために必要なエネルギー。

取り去る電子が１個のとき第1イオン化エネルギー，さらに，もう１個の電子を取り去るのに必要なエネルギーを第２イオン化エネルギーという。

何も表記がないときは第1イオン化エネルギーのことを指す。

イオン化エネルギー　大　➡　陽イオンになりにくい



(2)　電子親和力　E_A

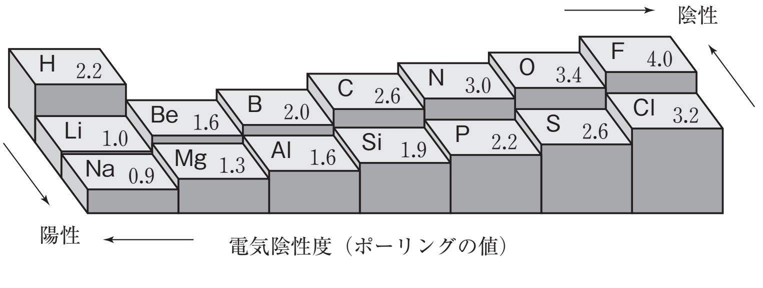
気体状の原子が電子を得て陰イオンになるときに放出されるエネルギー。

電子親和力　大　➡　陰イオンになりやすい

4　電気陰性度 χ

共有電子対を引きつける力。

電気陰性度　大　➡　イオン化エネルギー　大　&　電子親和力　大



5　電気陰性度 χ と化学結合・結晶

X　Y

金属　非金属　➡　電気陰性度の差　大　➡　イオン結合　➡　イオン結晶

金属　金属　➡　電気陰性度が小さい原子どうし　➡　金属結合　➡　金属結晶
（金属の単体）

非金属　非金属　➡　電気陰性度が大きい原子どうし
➡　共有結合　➡　共有結合の結晶
（ダイヤモンド・Si・SiO_2・SiC・黒鉛）
➡　分子結晶
上記以外の非金属化合物は分子をつくるため
分子間力で集まり，分子結晶となる

	イオン結晶	金属結晶	分子結晶	共有結合の結晶
構成元素	金属＋非金属	金属のみ	非金属のみ 共有結合の結晶以外	非金属のみ ダイヤモンド・黒鉛・ケイ素・二酸化ケイ素・炭化ケイ素
結合を作る粒子	陽イオン ＋陰イオン	金属陽イオン ＋自由電子	分子	原子
結合	イオン結合	金属結合	原子間：共有結合 分子間：分子間力	共有結合
化学式	組成式	組成式	分子式	組成式
融点	高い	低い～高い	低い	非常に高い
電気伝導性	固体：なし 融解液・水溶液：あり	あり	なし	なし 黒鉛のみあり
その他性質	硬いがもろい	延性・展性	昇華性多い	非常に硬い

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第１講　演習問題

1　次の文章を読んで，問1～問3の答えを記せ。

原子は，中心にある原子核と，そのまわりをとりまく［ア］から構成されている。原子核は，正の電荷をもつ陽子と電荷をもたない中性子から構成される。陽子の数と中性子の数の［イ］を質量数という。例えば，マグネシウム原子の原子核には［A］個の陽子が含まれており，原子核に含まれる中性子の数が12個であれば，その質量数は［B］である。質量数44のカルシウム原子の原子核は，［C］個の陽子と［D］個の中性子からできている。

陽子の数が同じで中性子の数が異なる原子どうしを，互いに［ウ］であるという。［ウ］の中には原子核が不安定で，自然に放射線を放出して他の原子に変わるものがあり，それらを［エ］という。ある［エ］が元の半分の量になるのに要する時間を半減期とよぶ。質量数89のストロンチウム $^{89}_{38}Sr$ は［エ］であり，医療に用いられている。これは，ストロンチウムがカルシウムと同族の元素であり，体内で骨に集積しやすい性質をもつことを利用したものである。

問１　空欄［ア］～［エ］に当てはまる最も適切な語句を記せ。

問２　空欄［A］～［D］に当てはまる数を記せ。

問３　ある患者に治療のため $^{89}_{38}Sr$ を40.0mg投与した。体内から $^{89}_{38}Sr$ は排出されないものとして，投与後，体内に残っている $^{89}_{38}Sr$ が2.50mgになるのに要する日数を求めよ。ただし，$^{89}_{38}Sr$ の半減期を50.5日とする。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

2　次の文章を読み，以下の設問に答えよ。

物質の結晶は主に結合の種類によって4つに分類される。［(ア)］結合や［(イ)］の力よりもはるかに弱い力が［(ウ)］の間に働くことにより規則正しく配列してできるのが［(ウ)］結晶であり，電気を通さないものが多い。一方，［(エ)］の単体では，原子の価電子は離れやすく，特定の原子に固定されず自由に動き回ることができるため，電気を良く通す結晶ができる。このような自由電子が結晶を構成する全ての原子間に共有されてできる結合を［(エ)］結合という。また，構成粒子同士が静電気的な引力で引き合う［(ア)］結合でできる結晶は固体では電気を通さないが，融解すると電気を通すようになる。

	(ア)結晶	(イ)の結晶	(ウ)結晶	(エ)の結晶
構成粒子	(ア)	原子	(ウ)	原子 (自由電子を含む)
機械的性質	かたくもろい	非常にかたい	やわらかい	展性・延性がある
電気の伝導性	融解すると通す	通さないものが多い	通さないものが多い	良く通す
融点・沸点	高い	きわめて高い	低い	さまざまな値
結合の種類	(ア)結合	(イ)	(ウ)間力による結合	(エ)結合
物質の例	(オ)	(カ)	(キ)	(ク)

1．(ア)〜(エ)に適切な語句を記せ。

2．それぞれの結晶の例として以下の物質があげられる。

a. 二酸化ケイ素　　b. 塩化ナトリウム　　c. ドライアイス　　d. ナトリウム

(オ)〜(ク)に当てはまる物質をa〜dから選び，それぞれ記号で記せ。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第１講　確認テスト

1　次の物質のうち，配位結合が含まれるものはどれか。

①　CH_4　②　CO_2　③　Cl_2　④　NH_4Cl　⑤　NaCl

2　記述a～eのうち，正しいものをすべて選びなさい。

a　原子から1個の電子をとり去って，1価の陽イオンにするのに必要な最小のエネルギーを原子のイオン化エネルギーという。

b　同じ族の元素の原子では，原子番号が大きいものほどイオン化エネルギーは大きい。

c　同じ周期の元素では，原子のイオン化エネルギーと電子親和力の和が等しい。

d　電子親和力が大きな原子は，陰イオンになりやすい。

e　同じ電子配置をもつイオンは，その元素の原子番号が大きくなるほどイオン半径は大きくなる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第２講　物質量と化学反応式

1　化学量

物質は原子の集合体であるため，化学計算のほとんどは，原子１個の量と個数を使っておこなう。しかし，原子１個の量を質量で表すと非常に小さく，また，物質を構成する個数は非常に多いため，ともに取り扱いが不便である。よって，原子１個の量，そして個数をどのように扱うかが化学計算では最も重要な基本事項である。

(1)　原子量

・原子量

質量数12の炭素原子(^{12}C)の質量を12としたときの，他の原子の相対的な質量。1 molの質量(モル質量：g/mol)と一致する。

・元素の原子量

通常，陽子の数が同じ原子(同位体)は化学的性質がほぼ同じであるため，同じ元素として扱っている。よって元素の量を扱うときは同位体の相対質量の平均値を使用する。これが元素の原子量であり，周期表に掲載されている数値である。

元素の原子量＝Σ[(同位体の相対質量)×(同位体の存在比)]

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

⑵　分子量・式量

・分子量

分子を構成している各原子の原子量の総和を分子量とよぶ。

例　CH_4の分子量

Hと Cの原子量をそれぞれ1，12とすると，

12＋1×4＝16

・式量

金属の単体やイオンで構成される物質のように，分子を形成しない物質の場合には，結晶を構成する原子数を最も簡単な整数比で表し，組成式とよんでいる。この組成式を構成する各原子の原子量の総和を式量とよぶ。

例　NaClの式量

Naと Clの原子量をそれぞれ23，35.5とすると，

23＋35.5＝58.5

⑶　物質量

物質を構成する粒子は非常に多く，個数単位では扱いにくいため，アボガドロ数N_A (6.02×10^{23}個)の集まりを1molとし，molという単位で表す物質の量を物質量とよぶ。

アボガドロ数N_Aとは^{12}C＝12g中に含まれる炭素原子の数であり，6.02×10^{23}/molをアボガドロ定数とよぶ。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

2　濃度

反応は，粒子が衝突することで起こる。しかし，多くの物質は固体で存在しているため，動き回って衝突することができない。そこで，何かの液体(溶媒)に溶かし，溶液にすることで反応させていくのである。よって，反応していくのは溶けている物質(溶質)であり，溶媒は反応には関与しない。そこで化学計算では，反応していく物質，すなわち溶質がどのぐらいの濃さで存在しているのかに注目していく。それが濃度である。

(1)　濃度の定義

溶液に対する溶質の割合, または溶媒に対する溶質の割合で表す。(aqは水溶液を意味する)

$$濃度=\frac{溶質の量}{溶液または溶媒の量}$$

(2)　濃度の表し方

・質量パーセント濃度

$$質量パーセント濃度(\%)=\frac{溶質の質量(g)}{溶液の質量(g)}\times 100$$

・(体積)モル濃度

$$体積モル濃度(mol/L)=\frac{溶質の物質量(mol)}{溶液の体積(L)}$$

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

3　化学変化と量的関係

化学の計算のほとんどは化学変化が起こるときのものである。よって，反応に関わる物質の量的関係を計算式にしていくことになる。様々な公式もここから生まれてきたものであり，化学の計算の根本である。

化学変化が起こると，粒子数すなわち物質量(mol)が変化する。これが，化学反応式の係数である。

よって化学反応の変化量計算は

① 化学反応式を書く。
② 与えられた情報を物質量(mol)に変える。
③ ①の係数を②で求めた物質量(mol)の比として関係式をつくる。

という手順で必ず解を得ることができる。

例題　0.25 mol/L の硫酸 20 mL を中和するために，2.0 %，0.99 g/mL のアンモニア水が何 mL 必要か。有効数字 2 桁で答えよ。

解：この化学反応式は次のように書ける。

$$H_2SO_4 + 2NH_3 \longrightarrow (NH_4)_2SO_4$$

これより硫酸とアンモニアの mol 比は 1 ： 2 である。

よってアンモニア水の体積を V mL とすると，

$$0.25 \times \frac{20}{1000} \times 2 = 0.99 \times V \times \frac{2.0}{100} \times \frac{1}{17}$$

$V = 8.58\cdots$ 答 **8.6 mL**

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第２講　演習問題

1　天然のカリウムは，主に^{39}Kと^{41}Kで構成されている。^{39}Kと^{41}Kの相対質量はそれぞれ38.96と40.96である。^{41}Kの天然存在比(％)を有効数字2桁で答えよ。ただし，本問題の計算には，カリウムの原子量の値として39.102を用いること。

2　質量数14の窒素原子(^{14}N)と質量数2の水素原子(^{2}H)のみからなるアンモニア($^{14}N^{2}H_3$) 17.0gに含まれる中性子は何個か。最も近いものを，次の①～⑥の中から1つ選びなさい。各原子の相対質量は，その原子の質量数に等しい数値であるとして計算しなさい。ただし，アボガドロ定数を6.0×10^{23}/molとする。

①　3.6×10^{24}個　②　4.2×10^{24}個　③　5.1×10^{24}個
④　6.0×10^{24}個　⑤　7.5×10^{24}個　⑥　9.0×10^{24}個

3　次の問に答えよ。原子量はH：1，N：14，O：16，S：32とする。

問1　濃アンモニア水を水で希釈して，6.0mol/Lのアンモニア水50mLをつくるために，必要な濃アンモニア水は何mLか。ただし，用いる濃アンモニア水は質量パーセント濃度が28％，密度が0.90g/cm^{3}である。

(イ)　1.6　(ロ)　5.7　(ハ)　16　(ニ)　18　(ホ)　20

問2　密度1.40g/mL，質量パーセント濃度50.0％の硫酸がある。この硫酸のモル濃度(mol/L)はいくつか。次の中から最も近いものを選び，記号で答えなさい。

(a)　3.64mol/L　(b)　5.10mol/L　(c)　6.86mol/L
(d)　7.14mol/L　(e)　7.28mol/L　(f)　10.2mol/L

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

4

問１　ある質量の黒鉛Cに標準状態（0℃，1.013×10^5Pa）で3.36Lを占める酸素O_2を加えて燃焼させたところ，黒鉛と酸素はともにすべて反応して，一酸化炭素COと二酸化炭素CO_2のみからなる混合気体が標準状態（0℃，1.013×10^5Pa）で5.60L生成した。生じた混合気体中の一酸化炭素と二酸化炭素の物質量の比（CO：CO_2）に最も近いものを，次の①～⑥の中から１つ選びなさい。

①　1：1　　②　1：2　　③　1：4　　④　2：1　　⑤　2：3　　⑥　4：1

問２　エタンC_2H_6 10.0gを40.0gの酸素とともに，密閉した容器で完全燃焼させた。反応が完全に終了した時の説明で，正しい記述を選びなさい。ただし，原子量はH：1，C：12，O：16とする。

(a)　酸素はすべて消費された。
(b)　エタンが2.67g残っていた。
(c)　二酸化炭素が14.7g生成した。
(d)　一酸化炭素が14.7g生成した。
(e)　容器内のすべての物質の重量を合計すると，50.0gであった。

問３　物質量が最も小さいものはどれか。ただし，原子量はH：1，Ne：20とし，アボガドロ定数は6.02×10^{23}/molとする。

㋐　2mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液100mL中に溶けている水酸化ナトリウム
㋑　標準状態（0℃，1.013×10^5Pa）で5.6Lの二酸化炭素
㋒　6gのネオン
㋓　3.01×10^{23}個の水素原子を含む水
㋔　水素を完全燃焼させたとき 1gの水素から得られる水

第２講　確認テスト

1　原子番号37，原子量85.5のルビジウムRbは天然に^{85}Rbと^{87}Rbの２種類の同位体が存在する。^{85}Rbの存在比は何［%］か。最も近いものを，次の①～⑥の中から１つ選びなさい。各同位体の相対質量を^{85}Rb：84.9，^{87}Rb：86.9として計算しなさい。

①　50%　　②　55%　　③　60%　　④　65%　　⑤　70%　　⑥　75%

2　質量パーセント濃度95%の濃硫酸（密度1.8g/cm^3）がある。これを水で薄めてモル濃度0.20mol/Lの希硫酸を1.0Lつくりたい。質量パーセント濃度95%の濃硫酸は何mL必要か。硫酸の分子量を98とし，最も近い数値を①～⑤のうちから１つ選びなさい。

①　3.7　　②　11　　③　19　　④　25　　⑤　34

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第３講　酸と塩基①（酸と塩基の基本・pH・中和点での量的関係）

1　酸と塩基

固体を反応させやすくするために，水溶液にすることが多いが，水の中では水のイオン積の束縛を受ける。水素イオンと水酸化物イオンは水のイオン積を超えて共存することはできないのである。よって，まずは水素イオンを生成するもの，水酸化物イオンを生成するもの，すなわち酸と塩基をきちんと判断しなくてはならない。

⑴　定義

(i)　アレニウスの定義

- **酸**　：水中で水素イオン（H^+）を生じるもの
- **塩基**：水中で水酸化物イオン（OH^-）を生じるもの

(ii)　ブレンステッド・ローリーの定義

- **酸**　：水素イオン（H^+）を与えるもの
- **塩基**：水素イオン（H^+）を受け取るもの

注：水中で水素イオン（H^+）はオキソニウムイオン（H_3O^+）として存在している。

⑵　電離度α

$$\alpha=\frac{\text{電離した酸（塩基）}}{\text{溶解した酸（塩基）}}$$

強酸　$\alpha=1$

H_2SO_4，HNO_3，HCl，HBr，HI，$HClO_4$

強塩基　$\alpha=1$

KOH，$NaOH$，$Ba(OH)_2$，$Ca(OH)_2$

上記以外が弱酸弱塩基（$\alpha<1$）であり，αは濃度によって変化する。

⑶　価数

１分子の酸（塩基）が出しうる水素イオンH^+（水酸化物イオンOH^-）の数を価数とよぶ。通常化学式を見れば判断できる。二酸化炭素CO_2（２価）とアンモニアNH_3（１価）のみ化学式からは判断できないため，注意が必要である。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

⑷　水のイオン積とpH

(i)　水のイオン積

どんな水溶液でも$[H^+]$と$[OH^-]$の積は一定値となり、これを水のイオン積K_wという。

$K_w = [H^+][OH^-]$

$= 1.0 \times 10^{-14} (mol/L)^2$　　25℃のとき

(ii)　水素イオン濃度と液性

(i)で述べたように，温度が一定であるかぎり，水素イオン濃度と水酸化物イオン濃度の積は水のイオン積で一定となる。これを利用し，水素イオン濃度の割合で溶液の液性を定める。25℃で考えると

$[H^+] > [OH^-]$すなわち$[H^+] > 1.0 \times 10^{-7}$ mol/L**のとき酸性**

$[H^+] = [OH^-]$すなわち$[H^+] = 1.0 \times 10^{-7}$ mol/L**のとき中性**

$[H^+] < [OH^-]$すなわち$[H^+] < 1.0 \times 10^{-7}$ mol/L**のとき塩基性**

(iii)　pH

(ii)のように，水素イオン濃度の割合で溶液の液性を表す。しかし水素イオン濃度の変化は極めて大きいため，対数をとったpHという指数を用いて表していく。

$$pH = -\log[H^+]$$

また，水酸化物イオン濃度の対数はpOHである。

$$pOH = -\log[OH^-]$$

25℃のとき

$$pH + pOH = 14$$

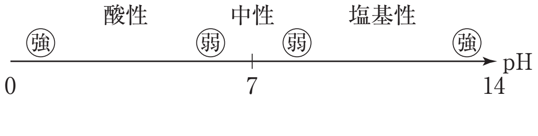
以上より，

pH＜7のとき酸性

pH＝7のとき中性

pH＞7のとき塩基性

となる。



ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

⑸　中和反応と量的関係

酸と塩基の反応を中和反応とよぶ。通常H^+とOH^-から水ができるため，下記の式のように表すことができる。

$$H^+ + OH^- \longrightarrow H_2O$$

酸と塩基が過不足なく反応する点が中和点であり，中和点では酸のもつ水素イオンH^+の物質量と塩基のもつ水酸化物イオンOH^-の物質量が一致する。

これより，中和点では

酸の物質量×価数＝塩基の物質量×価数

が成立する。

例　シュウ酸二水和物1.26gを溶かした水溶液を完全に中和するために，4.0%，1.05g/mLの水酸化ナトリウム水溶液は何mL必要か。

解：19mL

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第３講　演習問題

1

問１　ブレンステッド・ローリーの定義で，酸と塩基の両方の働きを持たないのはどれか。

㋐　HS^-　㋑　H_2O　㋒　CO_3^{2-}　㋓　HPO_4^{2-}　㋔　HSO_3^-

問２　ブレンステッド・ローリーの「酸・塩基」の定義にもとづくと，次の反応式ⅰ)～ⅲ)中の「H_2O」の働きの組み合わせとして正しいものはどれか。下の①～⑧から選びなさい。

ⅰ)　$CH_3COOH + H_2O \rightleftarrows CH_3COO^- + H_3O^+$

ⅱ)　$HCl + H_2O \longrightarrow Cl^- + H_3O^+$

ⅲ)　$NH_3 + H_2O \rightleftarrows NH_4^+ + OH^-$

番号	ⅰ)	ⅱ)	ⅲ)
①	酸	酸	酸
②	酸	酸	塩基
③	酸	塩基	酸
④	酸	塩基	塩基
⑤	塩基	酸	酸
⑥	塩基	酸	塩基
⑦	塩基	塩基	酸
⑧	塩基	塩基	塩基

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

2

問１　0.020 mol/L の酢酸水溶液の pH を求めよ。この濃度での酢酸の電離度を 0.050 とする。必要ならば常用対数 $\log 2.0 = 0.30$，$\log 3.0 = 0.48$，$\log 5.0 = 0.70$ を用いてよい。

問２　1.0 mol/L の塩酸 10 mL を容器に入れ，全体を純水で 1.0 L に希釈した水溶液の pH を求めよ（電離度は 1.0）。

問３　濃度を 0.1 mol/L に調整した１価の酸の水溶液が pH = 4 であった。この酸の電離度に最も近い値はどれか。

a. 1　　b. 10^{-1}　　c. 10^{-2}　　d. 10^{-3}　　e. 10^{-4}

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

3　シュウ酸$(COOH)_2$は１分子あたり２分子のH_2Oとともに二水和物結晶をつくる。この結晶は室温・空気中で安定なので，中和滴定や酸化還元滴定をする際の標準物質として用いられる。

12.6gのシュウ酸・二水和物結晶を純水に溶かした後，これを500mLのメスフラスコに移し，さらに標線まで純水を加えて，これを標準溶液とした。以下の問いに答えなさい。なお，原子量はH：1，C：12，O：16，Na：23とする。また，数値で答える問いには有効数字３桁で答えよ。

(a)　標準溶液中のシュウ酸のモル濃度を求めなさい。

(b)　この標準溶液に濃度未知の水酸化ナトリウム水溶液を滴下して，その濃度を決定しようと考えた。このときに溶液中で起こる反応を化学反応式で示しなさい。

(c)　標準溶液をコニカルビーカーに20.0mL採取し，これにフェノールフタレイン溶液を１滴加えた。この溶液に濃度未知の水酸化ナトリウム水溶液をビュレットからゆっくり滴下したところ，24.7mL滴下したところで溶液全体がピンク色になった。用いた水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度を求めなさい。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

4　塩酸と硫酸の混合水溶液(溶液A)，および水酸化バリウム水溶液(溶液B)があり，溶液A，Bともに濃度が不明であった。溶液Aを10.0mLとり，それに溶液Bをビュレットより滴下した。中和点に達するまでに滴下した溶液Bは15.0mLであり，このとき0.140gの沈殿が生じた。次いで，溶液Bを10.0mLとり，これに充分な量の溶液Aを加えると，0.187gの沈殿が生じた。原子量をO：16，S：32，Ba：137として，次の問に答えよ。

1. 文中の下線部の沈殿の化学式をしるせ。
2. 溶液Aにおける塩化物イオンのモル濃度は何mol/Lか。有効数字2桁でしるせ。

5　0.10mol/Lの塩酸10mLと0.30mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液10mLの混合溶液のpHとして最も近い値は，次のうちどれか。

(a)　3　　(b)　8　　(c)　11　　(d)　13　　(e)　14

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第３講　確認テスト

1　0.20 mol/Lの希硫酸を水で100倍に希釈した溶液のpHは[　　]である。ただし，硫酸は完全に電離しているものとする。また，log2.0＝0.30とする。

①　2.4　　②　2.7　　③　3.0　　④　3.3　　⑤　3.6

2　0.0250 mol/Lのシュウ酸水溶液25.0mLを完全に中和するのに，ある濃度の水酸化ナトリウム水溶液10.0mLが必要であった。この水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度は何[mol/L]か。最も近いものを，次の①～⑥の中から１つ選びなさい。

①　1.25×10^{-2}mol/L　　②　3.16×10^{-2}mol/L　　③　6.25×10^{-2}mol/L

④　1.25×10^{-1}mol/L　　⑤　3.16×10^{-1}mol/L　　⑥　6.25×10^{-1}mol/L

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第４講　酸と塩基②（塩・酸と塩基の反応・中和滴定）

2　塩

中和反応が起こると，水とともにイオン結合性物質が生じる。これが塩である。酸の水素イオンを他の陽イオンで置き換えたもの，もしくは塩基の水酸化物イオンを他の陰イオンで置き換えたものと考えることができる。これら塩の液性や反応を考えていく。

⑴　分類

		例
酸性塩	………酸のH^+が残っている塩	$NaHCO_3$
塩基性塩	……塩基のOH^-が残っている塩	$CuCl(OH)$
正塩	…………酸のH^+も塩基のOH^-も残っていない塩	NH_4Cl

液性とは関係ないことに注意しなくてはならない。

⑵　液性

酸HXと塩基YOHの中和反応で生じる塩YXで考える。

液性は通常，HXとYOHの強弱で判断できる。

		Y（YOH由来）	X（HX由来）			例
	①	SB	SA	―正塩→	中性	NaCl
	②	SB	SA	―酸性塩→	酸性	$NaHSO_4$
強い方の性質を示す	③	SB	WA	――→	塩基性	$NaHCO_3$
強い方の性質を示す	④	WB	SA	――→	酸性	NH_4Cl

例外：NaH_2PO_4，$NaHSO_3$は③に相当するが，酸性を示す。（→⑶塩の加水分解）

⑶　塩の加水分解

弱酸や弱塩基由来の塩は水中で次のように加水分解が起こる。

例　CH_3COONa

$$CH_3COONa \longrightarrow CH_3COO^- + Na^+$$

$$CH_3COO^- + H_2O \rightleftarrows CH_3COOH + OH^-$$

これは，次のような電離の逆反応が起こったと考えられる。

$$CH_3COO^- + H^+ \rightleftarrows CH_3COOH$$

このときのH^+が水の電離によるものである。

注：⑵の液性で③，④に関しては，塩の加水分解が起こっている。そして例外に関しては，加水分解より電離が優先して起こっているため酸性を示す。

©RECRUIT HOLDINGS

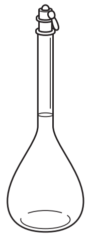
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

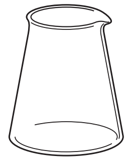
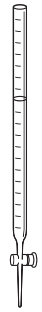
3　中和滴定

中和反応を利用すると，濃度のわからない酸（塩基）の濃度を求めることができる。また，分子量測定にも利用できるため，大事な実験の一つである。

(1)　器具

メスフラスコ （溶液を調製）	ホールピペット （正確な体積を測りとる）	コニカルビーカー	ビュレット （溶液を滴下）



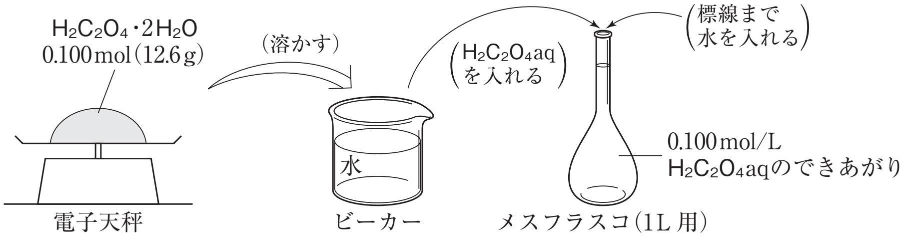



使用法	水で濡れたまま	共洗い	水で濡れたまま	共洗い

(2)　標準液の調製

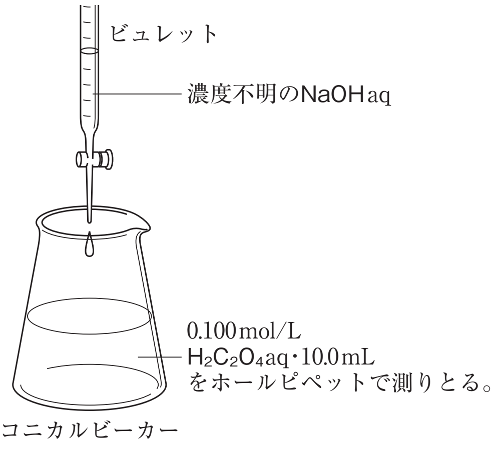
濃度が正確にわかっている溶液を標準液という。代表的なものにシュウ酸水溶液がある。

例：0.100 mol/L シュウ酸水溶液 1 L の調製



(3)　中和滴定

例：0.100 mol/L シュウ酸水溶液と濃度がわからない水酸化ナトリウム水溶液の中和滴定



©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

⑷　中和点の判断

中和点ではpHが激変する。それを利用して中和点を判断することができる。

①指示薬

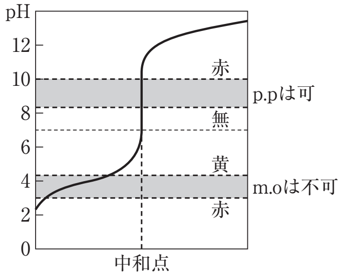
指示薬は特定のpH域で分子構造が変化し，色が変化する物質である。中和点のpHに合わせて適切な指示薬を選ぶ必要がある。

例：

		変色域（pH）	
メチルオレンジ（m.o）	赤	3.1～4.4	黄
フェノールフタレイン（p.p）	無	8.3～10.0	赤

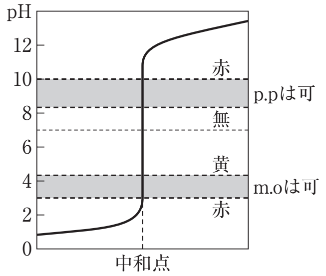
②滴定曲線

例：弱酸を強塩基で滴定



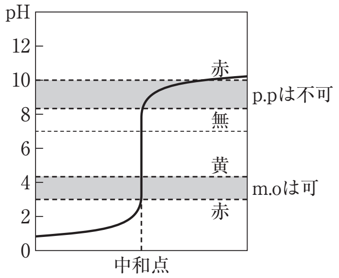
滴下した強塩基の体積

強酸を強塩基で滴定



滴下した強塩基の体積

強酸を弱塩基で滴定



滴下した弱塩基の体積

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第４講　演習問題

1

問１　次に示した塩が酸性塩であればA，塩基性塩であればB，正塩であればCを記せ。

(1)　MgCl(OH)　(2)　$NaHCO_3$　(3)　$(NH_4)_2SO_4$

(4)　NaH_2PO_4　(5)　CH_3COONa　(6)　$MgCl_2$

問２　次に示した塩を水に溶かした際に，その水溶液が酸性を示す場合はA，塩基性を示す場合はB，どちらも示さない場合はCを記せ。

(1)　Na_2CO_3　(2)　$CuSO_4$　(3)　NH_4Cl

(4)　Na_2SO_4　(5)　Na_3PO_4　(6)　NaCl

2　種類が不明な陰イオンX^-のアンモニウム塩NH_4X 1.04 gを1.00 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液50.0 mLに溶かし，沸騰させて水溶液からアンモニアを完全に追い出した。その水溶液中に残っている水酸化ナトリウムを2.00 mol/Lの塩酸を用いて滴定したところ，完全に中和するのに17.0 mLを要した。アンモニウム塩に含まれるNH_4^+の質量比の百分率(%)を有効数字３桁で答えよ。ただし，アンモニウム塩は水酸化ナトリウムと完全に反応するものとする。また，X^-は塩酸と反応しないものとする。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

3　次の文を読み，下記の設問１～４に答えよ。

食酢中の酢酸の濃度を求めるために，以下の実験イ～ニを行った。ただし，食酢中の酸は酢酸のみとする。

［実験］

イ．シュウ酸二水和物$(COOH)_2$・$2H_2O$の結晶1.2600gを水に溶かし，①メスフラスコを用いてシュウ酸水溶液100mLをつくった。

ロ．このシュウ酸水溶液10.0mLを②ホールピペットでとり，③コニカルビーカーに入れ，そこに指示薬Aを加えた。用意してあった水酸化ナトリウム水溶液を④ビュレットから滴下したところ，20.00mL加えたとき指示薬が変色した。

ハ．食酢10.0mLをホールピペットでとり，100mLのメスフラスコを用いて水で10倍に希釈した。

ニ．この希釈液10.00mLをホールピペットでとり，コニカルビーカーに入れた。そこに指示薬Aを加え，実験ロで濃度を決定した水酸化ナトリウム水溶液をビュレットから滴下したところ，8.00mL加えたとき指示薬が変色した。

１．文中の指示薬Aとしてもっとも適当な指示薬名を記せ。

２．この実験において用いた文中の下線部①～④の実験器具のうち，純水で洗浄した後，純水でぬれたままで使用できるものをすべて選び，①～④の番号で記せ。

３．用意してあった水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度〔mol/L〕を求め，その値を有効数字３桁で記せ。

４．希釈前の食酢中に含まれる酢酸のモル濃度〔mol/L〕を求め，その値を有効数字3桁で記せ。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

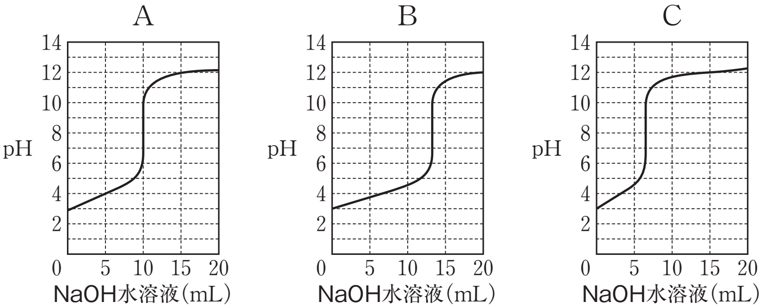
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第４講　確認テスト

1　物質a〜eのうち，水溶液が酸性を示すものをすべて選びなさい。

a. Na_2SO_3　b. $FeCl_3$　c. CH_3COONa　d. $NaHSO_4$　e. $NaNO_3$

2　A，B，Cの異なる１価の酸の水溶液に対して，0.1mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液を用いて中和滴定を行った。それぞれの滴定曲線から３つの酸の分子量の関係について正しいものを選べ。ただし，滴定に用いた各酸の水溶液における溶質の質量は同じとする。



ア　A＜B＜C　イ　A＜C＜B　ウ　B＜A＜C　エ　C＜A＜B
オ　C＜B＜A

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第５講　酸と塩基③（逆滴定・二段滴定）

3　中和滴定

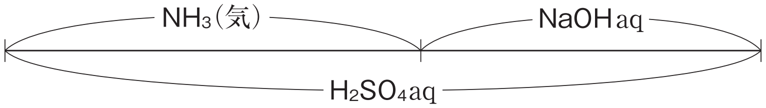
(5)　逆滴定

酸や塩基が気体の場合，通常の中和滴定の操作を行うことができない。そのときに行われるのが逆滴定である。

例：アンモニアNH_3の定量

NH_3を過剰の硫酸に通じて完全に吸収させた後，残った硫酸を水酸化ナトリウム水溶液で滴定する。

逆滴定を行っても，中和点では酸のH^+と塩基のOH^-が一致しているため，中和の公式をそのまま利用して計算するとよい。



（m.o指示薬）

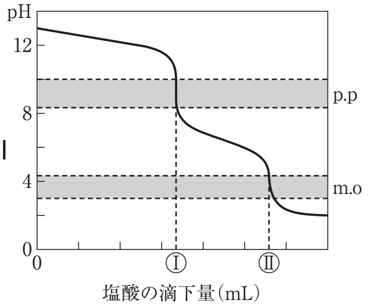
（NH_3のmol）×（価数）＋（NaOHのmol）×（価数）
＝（H_2SO_4のmol）×（価数）

(6)　二段滴定

水酸化ナトリウムは空気中の二酸化炭素と中和反応を起こし，一部が炭酸ナトリウムに変化してしまう。この混合物中の水酸化ナトリウムと炭酸ナトリウムのそれぞれの量を求めるために利用されるのが二段滴定である。

Ⅰ（p.pで検出）
$$NaOH + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O$$
$$Na_2CO_3 + HCl \longrightarrow NaHCO_3 + NaCl$$

Ⅱ（m.oで検出）
$$NaHCO_3 + HCl \longrightarrow H_2O + CO_2 + NaCl$$



©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第５講　演習問題

1　化合物Ａは，RCH(NH$_2$)COOH(ただしＲはアルキル基)で表される。化合物A46.8mgを完全に分解し，すべての窒素分をアンモニアに変化させ，生じたアンモニアを0.05mol/Lの硫酸30.0mLに吸収させた。この溶液を0.1mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ，中和するのに26.0mLが必要であった。化合物Ａの分子量はどれか。

①　75　②　89　③　103　④　117　⑤　131
⑥　145　⑦　159　⑧　173　⑨　187　⑩　201

2　空気中に含まれる二酸化炭素の体積百分率を調べるため，実験１を行った。

実験１　ある空気を0℃，1.00×10^{5}Paで9.1L採取し，0.0100mol/Lの水酸化バリウム水溶液50.0mLにゆっくり通じたところ，空気中の二酸化炭素はすべて水酸化バリウムと反応し白色沈殿が生じた。(あ)この上澄み液を10.0mL採取し，0.0100mol/Lの希塩酸14.0mLを加えると溶液は中性となった。なお，反応に関わった気体は二酸化炭素のみとする。

水酸化ナトリウムの結晶を空気中に放置すると，表面が白色の物質で被われる。この白色物質は，(い)水酸化ナトリウムと空気中の二酸化炭素とが反応してできた炭酸ナトリウムである。水酸化ナトリウムと炭酸ナトリウムの物質量比を調べるため，実験2を行った。

実験２　ある物質量の水酸化ナトリウムと炭酸ナトリウムの混合物を純水に溶かし，100mLの水溶液とした。(う)この水溶液20.0mL(これを溶液Ａとする)をとり，フェノールフタレイン溶液を加え，0.100mol/Lの希塩酸で滴定すると，8.20mLを加えた時点で溶液が赤色から無色となった。これに，(え)メチルオレンジを加え，同じ希塩酸で滴定すると，さらに1.80mL加えた時点で溶液が黄色から赤色に変わった。

問１　下線(あ)の反応は，次の化学反応式で示される。化合物［Ａ］～［Ｃ］をa)～h)からそれぞれ選べ。同じ選択肢を何度用いてもよい。該当する選択肢がない場合は，zとせよ。

下線(あ)の反応：［Ａ］＋2HCl ⟶ ［Ｂ］＋2［Ｃ］

a)　CO_2　b)　O_2　c)　Cl_2　d)　H_2O
e)　$BaCO_3$　f)　BaO　g)　$Ba(OH)_2$　h)　$BaCl_2$

問２　下線部(あ)で，下記の操作１)および操作２)で使用する最も適切な器具はどれか。a)～g)からそれぞれ一つ選べ。

操作１)　上澄み液の採取　　操作２)　塩酸の滴下

a)　コニカルビーカー　b)　ビュレット　c)　ホールピペット
d)　駒込ピペット　e)　メスフラスコ　f)　メスシリンダー　g)　試験管

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問３　実験１で，この空気9.1Lに含まれていた二酸化炭素の物質量は何molか。有効数字２桁で答えよ。

問４　実験１の空気中に含まれていた二酸化炭素の体積百分率は何％か。有効数字２桁で答えよ。

問５　下線部(い)～(え)で起こっている反応は，それぞれ次の化学反応式で示される。化合物［A］～［F］をa)～j)からそれぞれ一つ選べ。同じ選択肢を何度用いてもよい。該当する選択肢がない場合は，zとせよ。

下線(い)の反応：$2NaOH + $［A］$\longrightarrow Na_2CO_3 + $［B］

下線(う)の反応：
$\begin{cases} NaOH + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O \\ \boxed{C} + HCl \longrightarrow \boxed{D} + NaCl \end{cases}$

下線(え)の反応：［E］$+ HCl \longrightarrow NaCl + $［F］$+ H_2O$

a）CO_2　b）O_2　c）Cl_2　d）NaCl　e）HCl

f）H_2O　g）H_2CO_3　h）$NaHCO_3$　i）Na_2CO_3　j）NaOH

問６　実験２の溶液Ａに含まれていた炭酸ナトリウムの物質量は何molか。有効数字２桁で答えよ。

問７　実験２の水酸化ナトリウムと炭酸ナトリウムの混合物に含まれていた炭酸ナトリウムは何ｇか。有効数字２桁で答えよ。

問８　実験２の水酸化ナトリウムと炭酸ナトリウムの混合物に含まれていた水酸化ナトリウムは何ｇか。有効数字２桁で答えよ。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

[3] 実験室に炭酸ナトリウムと炭酸水素ナトリウムの混合物があった。Ａ君は，中和滴定によってこの混合物の両成分の含量を求めることにした。炭酸イオンは2価の塩基であり，中和反応の際には１段階目が完結してから２段階目がはじまるため，２段階の中和滴定を行うことができる。実験室には，以下のガラス器具と指示薬があった。

ガラス器具：コニカルビーカー，三角フラスコ，ホールピペット，駒込ピペット，
　　　　　　ビュレット，メスシリンダー，メスフラスコ

指示薬：メチルオレンジ，フェノールフタレイン，ブロモチモールブルー，リトマス

Ａ君は，混合物17.0gを水に溶解し，[(ア)]を用いて(1)1000mLの溶液にした。[(イ)]を用いてこの溶液20.0mLを正確にコニカルビーカーにとり，[(ウ)]を用いて(2)0.100mol/Lの塩酸を滴下することで滴定を行った。指示薬[(あ)]を加えて(3)塩酸を15.6mL滴下すると，指示薬が[(a)]色から[(b)]色に変色した。さらに指示薬[(い)]を加えたのち(4)塩酸を36.4mL滴下すると，指示薬が[(c)]色から[(d)]色に変色した。

問１　使用したガラス器具に関する以下の各問に答えよ。

(1) [(ア)]～[(ウ)]にあてはまるガラス器具の名称を記せ。

(2) [(ア)]～[(ウ)]のうち，内部が純水でぬれたまま使用してもかまわないガラス器具の記号を記せ。

問２　指示薬に関する以下の各問に答えよ。

(1) [(あ)]，[(い)]にあてはまる指示薬の名称を記せ。

(2) [(a)]～[(d)]にあてはまる色を記せ。

問３　下線部(2)の塩酸の濃度を質量パーセント濃度で表せ。ただし，この塩酸の密度は$1.00 g/cm^3$とし，原子量はH：1，Cl：35.5とする。

問４　下線部(3)と(4)の操作で起こる反応を，それぞれ化学反応式で表せ。

問５　下線部(1)の溶液中の炭酸ナトリウムと炭酸水素ナトリウムのモル濃度(mol/L)をそれぞれ求めよ。

問６　この混合物中に含まれる炭酸水素ナトリウムの割合を質量比(パーセント)で求めよ。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

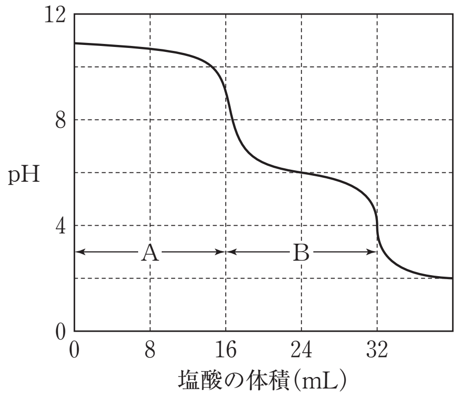
第５講　確認テスト

1　濃度未知の硫酸アンモニウム水溶液15mLに，過剰の濃水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱した。発生した気体をすべて0.10mol/Lの硫酸50mLに吸収させた後，この硫酸水溶液を指示薬(A)を用いて0.10mol/L水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ中和点まで40mLを要した。この結果よりはじめの硫酸アンモニウムのモル濃度は(B)mol/Lであることがわかった。次のうち正しいA，Bの組み合わせはどれか。

①　A：フェノールフタレイン　B：0.20　　②　A：メチルオレンジ　B：0.20
③　A：メチルオレンジ　B：0.40　　④　A：フェノールフタレイン　B：0.40
⑤　A：フェノールフタレイン　B：0.60

2　ホールピペットで測り取った濃度未知の炭酸ナトリウム水溶液20mLをコニカルビーカーに移し，pHを測りながらビュレットを用いて0.10mol/Lの塩酸を滴下したところ，溶液のpHは図のような変化を示した。

炭酸ナトリウム水溶液のモル濃度(mol/L)として最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。



①　0.020　　②　0.040　　③　0.060　　④　0.080　　⑤　0.10

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第６講　酸化還元①（酸化還元の基本・酸化数・酸化剤還元剤）

酸化還元は電子が移動する反応だが，移動する電子は化学反応式上では見えない。そこが酸化還元反応の難しい点である。よって電子の移動を捉えるために，酸化数や半反応式を用いたり，代表的な酸化剤還元剤を知っておく必要がある。必要な知識をきちんと頭に入れて，問題演習に取り組まなくてはならない。

⑴　定義

	電子	酸素原子	水素原子	酸化数
酸化	失う	得る	失う	増加
還元	得る	失う	得る	減少

⑵　酸化数

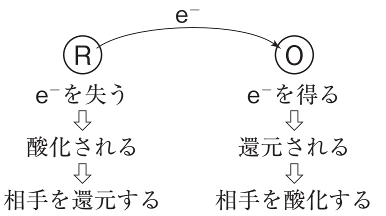
実質的な電荷である。求め方は，電子式を書き，電気陰性度の大きい元素の方へ電子を帰属させていく。

例	H ⁝ H	H │: Cl	Na │: H
	$(\chi_H = \chi_H)$	$(\chi_H < \chi_{Cl})$	$(\chi_{Na} < \chi_H)$
酸化数	0　0	+1　−1	+1　−1

判断法（有機化合物などには使えないので注意）

- ・単体は０
- ・化合物は酸化数の総和が０
- ・イオンは酸化数の総和が価数と一致
- ・水素原子→＋１（金属の水素化合物の場合：水素原子は−１）
- ・酸素原子→−２（過酸化物の場合：酸素原子は−１）
- ・アルカリ金属→＋１，２族→＋２，ハロゲン→−１

⑶　酸化剤・還元剤



- 酸化剤Ⓞ：相手を酸化する物質（自身は還元される）
- 還元剤Ⓡ：相手を還元する物質（自身は酸化される）

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

※代表的な酸化剤

過マンガン酸カリウム（酸性下）	MnO_4^-（赤紫色）	⟶	Mn^{2+}（無色）
過マンガン酸カリウム（塩基性下）	MnO_4^-	⟶	MnO_2
二クロム酸カリウム	$Cr_2O_7^{2-}$（橙色）	⟶	Cr^{3+}（緑色）
濃硝酸	HNO_3	⟶	NO_2
希硝酸	HNO_3	⟶	NO
熱濃硫酸	H_2SO_4	⟶	SO_2
ハロゲン単体	X_2	⟶	X^-
過酸化水素	H_2O_2	⟶	H_2O
二酸化硫黄	SO_2	⟶	S
オゾン	O_3	⟶	O_2

※代表的な還元剤

金属の単体（M）	M	⟶	M^{n+}
硫化水素	H_2S	⟶	S
シュウ酸	$H_2C_2O_4$	⟶	CO_2
二酸化硫黄	SO_2	⟶	SO_4^{2-}
過酸化水素	H_2O_2	⟶	O_2
ハロゲン化物イオン（X^-）	X^-	⟶	X_2
塩化スズ（Ⅱ）	Sn^{2+}	⟶	Sn^{4+}
硫酸鉄（Ⅱ）	Fe^{2+}	⟶	Fe^{3+}
水素	H_2	⟶	H^+
チオ硫酸ナトリウム	$S_2O_3^{2-}$	⟶	$S_4O_6^{2-}$

※酸化剤にも還元剤にもなるもの

過酸化水素，二酸化硫黄

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第６講　演習問題

1　下線を付した原子の酸化数が等しいのはどれか。

A　$\underline{Cl}_2$　B　$\underline{N}H_4^{+}$　C　$H_2\underline{O}_2$　D　$Na\underline{H}$　E　$Cu\underline{O}$

㋐　AとE　㋑　BとA　㋒　CとD　㋓　DとB　㋔　CとE

2

問１　次の(a)～(d)の操作のうち，下線で示した原子の酸化数が変化する反応が起こるもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

(a)　二クロム酸カリウム水溶液に水酸化ナトリウムを加える。

(b)　水酸化亜鉛を水酸化ナトリウム水溶液に溶解させる。

(c)　硫酸で酸性にした過マンガン酸カリウム水溶液にヨウ化カリウムを加える。

(d)　銅の単体を熱濃硫酸に加える。

(1)　〔(a)，(b)〕　(2)　〔(a)，(c)〕　(3)　〔(a)，(d)〕　(4)　〔(b)，(c)〕

(5)　〔(b)，(d)〕　(6)　〔(c)，(d)〕　(7)　〔(a)，(b)，(c)〕

(8)　〔(a)，(b)，(d)〕　(9)　〔(a)，(c)，(d)〕　(10)　〔(b)，(c)，(d)〕

問２　二酸化硫黄と過酸化水素は，相手の物質によって酸化剤としてはたらく場合と還元剤としてはたらく場合がある。次の反応で，下線をつけた物質は，酸化剤，還元剤のどちらとしてはたらいているか。

(1)　硫化水素水に，二酸化硫黄を通じる。

(2)　ヨウ素溶液に，二酸化硫黄を通じる。

(3)　硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液に，過酸化水素水を加える。

(4)　硫酸酸性のヨウ化カリウム水溶液に，過酸化水素水を加える。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

3　酸化還元反応において，電子を与え，相手の物質を還元する物質を還元剤という。また，電子を奪い，相手の物質を酸化する物質を酸化剤という。①ヨウ化カリウム水溶液に薄い臭素水を加えるとヨウ素が生じ，水溶液の色が無色から褐色に変わる。また，臭化カリウム水溶液に塩素ガスを通じると臭素が生じ，水溶液の色が無色から赤褐色に変わる。これは，②ハロゲン単体の，酸化力の強さの序列を表している。酸性水溶液中でヨウ化カリウムは，過酸化水素と反応しヨウ素を生じる。

問１　下線部①の酸化還元反応に関して，正しい記述を次の1)～5)の中から二つ選び，記号1)～5)で答えよ。

1)　臭素がヨウ化物イオンを還元した。　　2)　臭素がヨウ化物イオンを酸化した。

3)　臭化物イオンが塩素を還元した。　　4)　臭化物イオンが塩素を酸化した。

5)　カリウムイオンが臭素と塩素を酸化した。

問２　下線部②の酸化力の強さの序列を正しく表しているものを，次の1)～4)の中から一つ選び，記号1)～4)で答えよ。

1)　$F_2 > Cl_2 > Br_2 > I_2$　　2)　$F_2 > Br_2 > Cl_2 > I_2$

3)　$I_2 > Cl_2 > Br_2 > F_2$　　4)　$I_2 > Br_2 > Cl_2 > F_2$

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第６講　確認テスト

1　「酸化数」に関する次の記述ｉ）～ⅲ）について，正誤の組み合わせとして正しいものは［　　］である。

ｉ）　単体中の原子の酸化数は「0」とする。

ⅱ）　過マンガン酸カリウム中のマンガンの酸化数は「＋7」である。

ⅲ）　水素化カルシウム中の水素の酸化数は「－1」である。

番号	ｉ）	ⅱ）	ⅲ）
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

2　次の反応a～cから，H_2O_2，H_2S，SO_2の酸化作用の強さの順序を知ることができる。これらの物質が酸化作用の強さの順に正しく並べられているものを，以下の①～⑥のうちから一つ選べ。

a　$H_2O_2 + SO_2 \longrightarrow H_2SO_4$

b　$H_2S + H_2O_2 \longrightarrow S + 2H_2O$

c　$SO_2 + 2H_2S \longrightarrow 3S + 2H_2O$

①　$H_2O_2 > H_2S > SO_2$　　②　$H_2O_2 > SO_2 > H_2S$　　③　$H_2S > H_2O_2 > SO_2$

④　$H_2S > SO_2 > H_2O_2$　　⑤　$SO_2 > H_2O_2 > H_2S$　　⑥　$SO_2 > H_2S > H_2O_2$

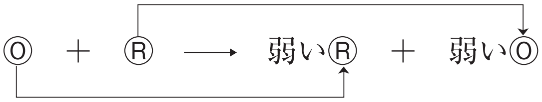
ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第７講　酸化還元②（酸化還元反応・酸化還元滴定）

⑷　酸化還元反応

　酸化剤と還元剤の反応が酸化還元反応であり，酸化と還元は必ず同時に起こる。
酸化剤は電子を得るため，反応後は弱い還元剤になり，還元剤は電子を失うため，反応後は弱い酸化剤になる。



a　判断

　酸化還元反応は，化学反応式を見ても電子の授受はわからないため，判断しにくい。電子の授受を捉えるには，酸化数を調べるとよいが，それでは時間がかかってしまう。
そこで

- **反応式の中に単体がある**
- **知っている酸化剤・還元剤の組み合わせである**

この２点に注目して探すとよい。
よって，⑶の代表的な酸化剤・還元剤はしっかり頭にいれ，酸化還元以外の反応もきちんと判断できるようになっておこう。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

b　酸化還元反応式

酸化還元反応式は，一度に全てを書くのは難しい。よって，酸化剤の式，還元剤の式(半反応式)を別々に書いて一つにまとめていく。半反応式をみると電子が確認できるという利点もある。

作り方

①酸化剤，還元剤が何に変わるかを書く
②酸素原子の数を水でそろえる
③水素原子の数を水素イオンでそろえる
④電荷を電子でそろえる
⑤電子の係数をそろえて2式をたす
⑥省略イオンを追加する

c　当量点での量的関係

当量点では酸化剤が得た電子の物質量と還元剤が失った電子の物質量が一致する。

酸化剤が得た電子の物質量＝還元剤の失った電子の物質量

これは

酸化剤の物質量×価数＝還元剤の物質量×価数

と表すことができる。

＊酸化剤(還元剤)の価数とは，酸化剤(還元剤)1molが得る(失う)電子の物質量のことである。

半反応式から判断するとよい。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第７講　演習問題

1

問１　次の還元反応a・bから，Fe^{3+}，Sn^{4+}，$Cr_2O_7^{2-}$の酸化力の強さを比較することができる。これらのイオンを酸化力の強さの順に並べるとどうなるか。下の①～⑥のうちから，正しいものを一つ選べ。

a　$2Fe^{3+} + Sn^{2+} \longrightarrow 2Fe^{2+} + Sn^{4+}$

b　$Cr_2O_7^{2-} + 6Fe^{2+} + 14H^{+} \longrightarrow 2Cr^{3+} + 6Fe^{3+} + 7H_2O$

①　$Fe^{3+} > Sn^{4+} > Cr_2O_7^{2-}$　②　$Sn^{4+} > Cr_2O_7^{2-} > Fe^{3+}$

③　$Cr_2O_7^{2-} > Fe^{3+} > Sn^{4+}$　④　$Sn^{4+} > Fe^{3+} > Cr_2O_7^{2-}$

⑤　$Cr_2O_7^{2-} > Sn^{4+} > Fe^{3+}$　⑥　$Fe^{3+} > Cr_2O_7^{2-} > Sn^{4+}$

問２　次の化学反応式①～⑤のうち，酸化還元反応ではないものを全て選べ。

①　$MnO_2 + 4HCl \longrightarrow MnCl_2 + Cl_2 + 2H_2O$

②　$CuSO_4 + H_2S \longrightarrow CuS + H_2SO_4$

③　$Cu + 2H_2SO_4 \longrightarrow CuSO_4 + 2H_2O + SO_2$

④　$2KI + H_2O_2 \longrightarrow I_2 + 2KOH$

⑤　$2NH_4Cl + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaCl_2 + 2NH_3 + 2H_2O$

2　次の化学変化を化学反応式で書け。

(1)　シュウ酸＋硫酸酸性過マンガン酸カリウム

(2)　銅＋希硝酸

(3)　過酸化水素水＋ヨウ化カリウム水溶液

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

3　市販のオキシドール中の過酸化水素の濃度を調べるために実験１と実験２を行った。問１～問４に答えよ。ただし，原子量はH：1，C：12，O：16とする。

（実験１）　過マンガン酸カリウム$KMnO_4$水溶液の調製と正確な濃度測定

シュウ酸二水和物$(COOH)_2\cdot 2H_2O$を正確に2.52gはかりとり，純水に溶かして200mLの［A］に移した。純水を標線まで加えてよく振り混ぜ，①シュウ酸標準液とした。過マンガン酸カリウム約0.6gをはかりとり，約200mLの純水を加えて完全に溶かし，過マンガン酸カリウム水溶液とした。シュウ酸標準液10.0mLを［B］を用いてコニカルビーカーにとり，3mol/L硫酸水溶液20.0mLと純水を加えて計50.0mLとし，80℃に加温した。この溶液に［C］を用いて過マンガン酸カリウム水溶液を滴下し，薄い赤紫色が残って消えなくなったところで滴下量を読みとった。滴定操作を３回繰り返した結果，滴下量の平均値は20.00mLであった。

（実験2）　市販のオキシドール中の過酸化水素の濃度測定

市販のオキシドール10.0mLを［B］を用いて［A］にとり，純水を加えて100mLとした。この液10.0mLを［B］を用いてコニカルビーカーにはかりとり，3mol/L硫酸水溶液20.0mLと純水を加えて計50.0mLとし，②実験1で調製した過マンガン酸カリウム水溶液で滴定した。滴定操作を３回繰り返した結果，要した過マンガン酸カリウム水溶液の平均値は18.00mLであった。

問１　文章中の［A］～［C］に入る適切な器具の名称を答えよ。

問２　下線部①のシュウ酸標準液の濃度〔mol/L〕を有効数字３桁で求めよ。

問３　調製した過マンガン酸カリウム水溶液の正確な濃度〔mol/L〕を有効数字3桁で求めよ。

問４　実験２で用いた市販のオキシドール中の過酸化水素の質量パーセント濃度を有効数字２桁で求めよ。ただし，市販のオキシドールの密度は1.0g/mLとする。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第７講　確認テスト

1　次の反応のうち**酸化還元反応でないもの**はどれか。下の㋐～㋓のうちから一つ選べ。

A：$Na_2SO_3 + S \longrightarrow Na_2S_2O_3$

B：$FeS + H_2SO_4 \longrightarrow FeSO_4 + H_2S$

C：$Cu + 2H_2SO_4 \longrightarrow CuSO_4 + SO_2 + 2H_2O$

D：$H_2SO_4 + Na_2SO_3 \longrightarrow Na_2SO_4 + SO_2 + H_2O$

E：$K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 + 3SO_2 \longrightarrow K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + H_2O$

㋐　AとC　　㋑　BとD　　㋒　CとE　　㋓　DとA

2　硫酸酸性下で硫酸鉄(Ⅱ)水溶液5.00mLに，0.020mol/Lの過マンガン酸カリウム水溶液を滴下したところ，溶液が無色から淡赤色を示すまでに7.50mLを要した。硫酸鉄(Ⅱ)水溶液のモル濃度を求めよ。

㋐　0.10mol/L　　㋑　0.15mol/L　　㋒　0.20mol/L　　㋓　0.25mol/L
㋔　0.30mol/L

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第８講　酸化還元③（COD・ヨウ素滴定・金属のイオン化傾向・電池）

1　金属のイオン化傾向

金属の単体は還元剤である。それは，電子を捨てて陽イオンになる性質（陽性）をもっているからである。この陽性の強弱を表しているのがイオン化傾向と考えることができる。この性質を利用しているのが電池電気分解であるため，しっかり押さえておこう。

(1)　イオン化傾向

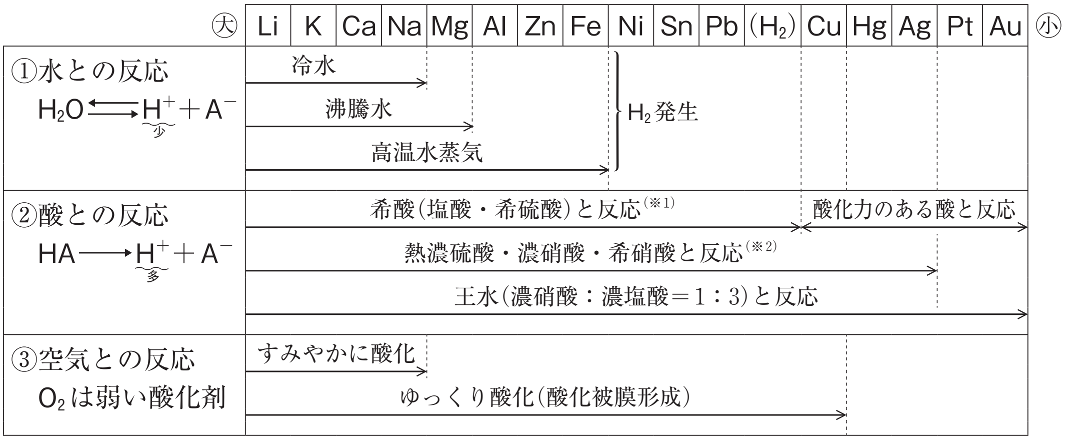
金属の単体が水中で電子を放出し，陽イオンになる性質をイオン化傾向という。
イオン化傾向の異なる金属が存在するとき，イオン化傾向の大きい金属が電子を放出して陽イオンになり，小さい金属がその電子を受け取ることとなる。

例　$Cu^{2+} + Zn \longrightarrow Cu + Zn^{2+}$

（Zn → Cu^{2+}：$2e^-$）

(2)　イオン化列

イオン化傾向の大きい金属から小さい金属へ順に並べたものを金属のイオン化列という。



①水との反応

水はほとんど電離していないため，水素イオンが非常に少なく，極めて弱い酸化剤である。よって水と反応できるのはイオン化傾向の大きい金属のみである。

例　$2Na + 2H_2O \longrightarrow 2NaOH + H_2$

②酸との反応

酸は水素イオンを多くもつため，イオン化傾向が水素よりも大きい金属は塩酸や希硫酸と反応できる。

例　$Zn + 2HCl \longrightarrow ZnCl_2 + H_2$

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

ただしPbは$PbCl_2$，$PbSO_4$となるため，塩酸や希硫酸とはほとんど反応しない。(※1)

イオン化傾向が水素より小さい金属は酸化力の強い酸と反応することができる（Cu，Hg，Agは濃硝酸，希硝酸，熱濃硫酸と反応。Pt，Auは王水と反応）。

例　$3Cu + 8HNO_3 \longrightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$

ただし，Fe，Ni，Alは不動態となるため，濃硝酸，熱濃硫酸に不溶である。(※2)

③空気（酸素）との反応

酸素は弱い酸化剤であるため，イオン化傾向の大きい金属が反応していく。

例　$4Na + O_2 \longrightarrow 2Na_2O$

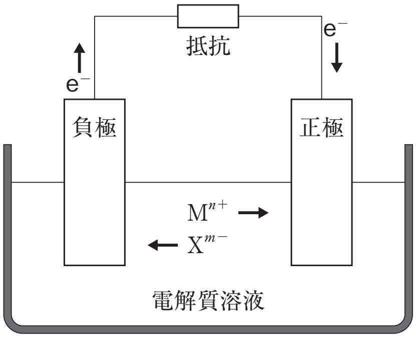
ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

2　電池

ビーカーの中で酸化還元反応が起こっても電流は流れていない。それは酸化反応と還元反応が同じ場所で起こっているからである。酸化反応と還元反応を別々の場所で起こすことにより電流を取り出すことができる。このように，酸化還元反応による化学エネルギーを電気エネルギーとして取り出す装置が電池である。

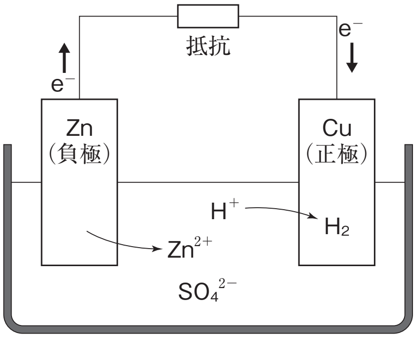
(1)　原理



一般にイオン化傾向の異なる２種類の金属(電極)を導線でつなぎ，電解質溶液に浸すと電池が形成される。イオン化傾向の大きい金属は電子を放出して陽イオンになり，イオン化傾向の小さい金属はその電子を受け取る。このとき，電子を放出した電極を負極とよび，電子を受け取った電極を正極とよぶ。

また，正極と負極の電位差を起電力とよぶ。これは，電流を流そうとする力に相当すると考えるとよい。一般に，両電極のイオン化傾向の差が大きいほど起電力も大きくなる。

(2)　代表的な電池



①ボルタ電池　(－)Zn｜H_2SO_4aq｜Cu(＋)

(－)　$Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e^-$

(＋)　$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$

分極…起電力が減少し，電流が流れにくくなる現象。

分極を防ぐために加える酸化剤を減極剤という。

減極剤を加えると，正極では減極剤が反応し，新しい電池が形成される。

例：$H_2O_2 + 2H^+ + 2e^- \longrightarrow 2H_2O$

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

②**ダニエル電池**　(−)Zn | $ZnSO_4$aq ‖ $CuSO_4$aq | Cu(＋)

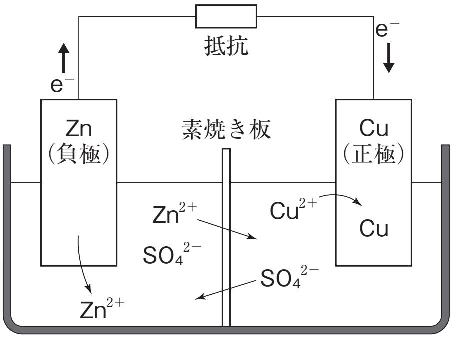
(−)　Zn ⟶ Zn^{2+}＋$2e^-$

(＋)　Cu^{2+}＋$2e^-$ ⟶ Cu

素焼板…溶液の混合を防ぐ役割。

電気的中性を保つようにイオンが移動していく。

負極側から正極側へZn^{2+}，正極側から負極側へSO_4^{2-}が移動する。



③**鉛蓄電池**　(−)Pb | H_2SO_4aq | PbO_2(＋)

(−)　Pb ＋ SO_4^{2-} ⟶ $PbSO_4$＋$2e^-$

(＋)　PbO_2＋SO_4^{2-}＋$4H^+$＋$2e^-$

⟶ $PbSO_4$＋$2H_2O$

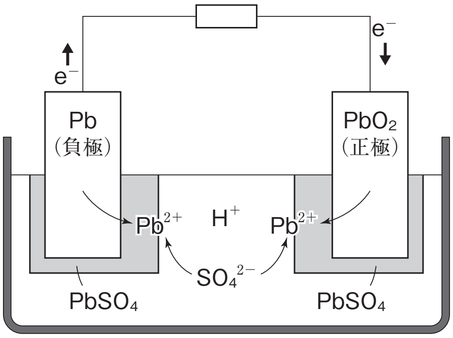
全体　Pb＋PbO_2＋$2H_2SO_4$

⇄ $2PbSO_4$＋$2H_2O$

放電するとH_2SO_4が減少し，H_2Oが増加するため，H_2SO_4aqの濃度は減少していき，密度が小さくなる。

また，外部電源に接続すると，充電できる。

このように充電できる電池を二次電池とよぶ。



④**燃料電池**

リン酸型　(−)H_2 | H_3PO_4aq | O_2(＋)

(−)　H_2 ⟶ $2H^+$＋$2e^-$

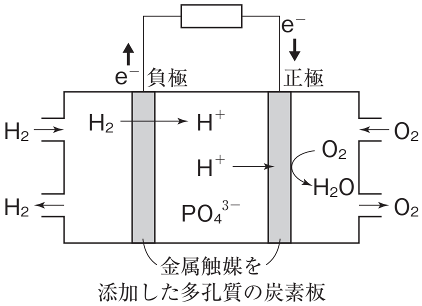
(＋)　O_2＋$4H^+$＋$4e^-$ ⟶ $2H_2O$

水酸化カリウム型　(−)H_2 | KOHaq | O_2(＋)

(−)　H_2＋$2OH^-$ ⟶ $2H_2O$＋$2e^-$

(＋)　O_2＋$2H_2O$＋$4e^-$ ⟶ $4OH^-$

水素の燃焼により放出されるエネルギーを電気エネルギーにして取り出す電池である。



リン酸型

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第8講　演習問題

1　次の記述を読んで，問い(問1～問3)に答えよ。

化学的酸素要求量(COD，chemical oxygen demand)は，水中の有機物を酸化分解するのに必要とされる酸素の量である。CODの測定法の1つは，次のとおりである。

まず試料水中に含まれる有機物を，過剰の過マンガン酸カリウムの硫酸酸性水溶液を加えて酸化する。次に，加えた過マンガン酸カリウムと過不足なく反応するシュウ酸ナトリウムを加える。未反応のシュウ酸ナトリウムをさらに過マンガン酸カリウム水溶液で滴定することにより，有機物の酸化に要した過マンガン酸カリウムの量が求められる。

この過程における過マンガン酸イオンおよびシュウ酸イオンの反応をe^-を含むイオン反応式で書くと，

過マンガン酸イオンの反応：［　ア　］(1)　　シュウ酸イオンの反応：［　イ　］(2)

となる。

一方，酸素分子の反応はe^-を含むイオン反応式で書くと，

$O_2 + 4H^+ + 4e^- \longrightarrow 2H_2O$　(3)

となる。式(1)と(3)との比較から，試料水中の有機物の酸化に要した過マンガン酸カリウムの物質量を酸素の物質量に換算し，COD〔mg/L〕(試料水1L中に含まれる有機物を酸化するのに必要な酸素の質量〔mg〕)を算出する。試料水AのCODを求めるため，次の1～4の操作を行った。ただし,試料水Aには還元性を示す無機化合物は存在しないものとする。

1. コニカルビーカーに試料水Aを正確に50mLとり，6.0mol/Lの硫酸水溶液を5.0mL加えた。
2. 2.0×10^{-3}mol/Lの過マンガン酸カリウム水溶液10mLを［ウ］を用いて正確に量りとり，1のコニカルビーカーに加え，30分間沸騰させた。反応後，過マンガン酸カリウムの色は消えていなかった。
3. 2の溶液の温度を60～80℃とし，5.0×10^{-3}mol/Lのシュウ酸ナトリウム水溶液を正確に10mL加えて振り混ぜると，過マンガン酸カリウムの色が消えた。
4. ［エ］に入れた2.0×10^{-3}mol/Lの過マンガン酸カリウム水溶液で，3の溶液を滴定したところ，終点(水溶液が淡赤色を呈する)までに1.50mLを要した。

問1　文中の［ア］，［イ］には適切なイオン反応式を，［ウ］，［エ］には適切な器具名を記入せよ。

問2　試料水AのCOD〔mg/L〕はいくらか。有効数字2桁で答えよ。

問3　次の化合物(a)～(e)のうち,試料水に含まれると過マンガン酸カリウムにより酸化され,CODの測定値に影響を及ぼすものすべてを記号で答えよ。

(a)　硫酸鉄(Ⅱ)　(b)　硝酸鉄(Ⅲ)　(c)　過酸化水素　(d)　硫酸ナトリウム

(e)　ミョウバン(硫酸カリウムアルミニウム十二水和物)

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜Note＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

2　次の文を読んで問に答えよ。

以下のような操作を行い，過酸化水素水の濃度を求めた。

操作(1)　濃度不明の過酸化水素水10.0mLを三角フラスコにとり，5%のヨウ化カリウム水溶液10mLを加え，希硫酸で酸性にした後，ゆっくりと振り混ぜた。

操作(2)　操作(1)で得られた溶液にデンプン水溶液を加えた後，5.00×10^{-2}mol/Lのチオ硫酸ナトリウム水溶液をビュレットから少しずつ滴下したところ，12.0mLで終点となった。

操作(1)で生成したヨウ素はチオ硫酸イオンと次のように反応して消費される。チオ硫酸ナトリウム水溶液の滴定量から過酸化水素水の濃度を求めることができる。

$$2S_2O_3^{2-} + I_2 \longrightarrow S_4O_6^{2-} + 2I^-$$

問１　操作(2)の反応終了時にみられる色の変化を示せ。

問２　実験の結果から，過酸化水素水のモル濃度を，有効数字3桁で求めよ。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第8講　確認テスト

1　次の(A)，(B)，(C)に最も適合するものを，それぞれ選択肢から選べ。

ビタミンC(アスコルビン酸，$C_6H_8O_6$)は，下記の化学反応式に示すようにヨウ素と反応しデヒドロアスコルビン酸($C_6H_6O_6$)を生成する。

$$C_6H_8O_6 + I_2 \longrightarrow 2I^- + 2H^+ + C_6H_6O_6$$

この反応は(　A　)であり，この性質を利用してビタミンCは(　B　)に用いられている。この反応はビタミンCの定量に用いることができるが，過マンガン酸カリウムを用いてもビタミンCの定量はできる。(　C　)mol/LのビタミンC水溶液10mLを硫酸で酸性にした0.010mol/Lの過マンガン酸カリウム水溶液で滴定したところ，反応の終点に達するまでに20mL要した。

A：①　酸化還元反応　②　中和反応　③　触媒反応
　　④　脱水反応　⑤　重合反応

B：①　酸化剤として還元防止剤　②　還元剤として酸化防止剤
　　③　酸としてpH調整剤　④　塩基としてpH調整剤
　　⑤　脱水剤として乾燥剤

C：①　0.010　②　0.020　③　0.025　④　0.050　⑤　0.10

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

テキスト解答

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第１講

1

問１　ア　電子　　イ　和　　ウ　同位体(アイソトープ)

　　　エ　放射性同位体(ラジオアイソトープ)

問２　A　12　　B　24　　C　20　　D　24

問３　202日

2

問１　(ア)　イオン　　(イ)　共有結合　　(ウ)　分子　　(エ)　金属

問２　(オ)　b　　(カ)　a　　(キ)　c　　(ク)　d

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第２講

1

7.1%

2

③

3

問１　(ホ)
問２　(d)

4

問１　⑥
問２　(e)
問３　㋐

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第 3 講

1

問 1　㋒

問 2　⑦

2

問 1　3.0

問 2　2.0

問 3　d

3

(a)　0.200mol/L

(b)　$(COOH)_2 + 2NaOH \longrightarrow (COONa)_2 + 2H_2O$

または，$H_2C_2O_4 + 2NaOH \longrightarrow 2H_2O + Na_2C_2O_4$

(c)　0.324 mol/L

4

1.　$BaSO_4$

2.　0.12 mol/L

5

(d)

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第４講

1

問１　(1)　B　(2)　A　(3)　C　(4)　A　(5)　C　(6)　C

問２　(1)　B　(2)　A　(3)　A　(4)　C　(5)　B　(6)　C

2

27.7%

3

1. フェノールフタレイン
2. ①・③
3. 1.00×10^{-1} mol/L
4. 8.00×10^{-1} mol/L

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第５講

1

④

2

問１　A　g）　B　h）　C　d）

問２　操作1）　c）　操作2）　b）

問３　1.5×10^{-4}mol

問４　3.7×10^{-2}%

問５　A　a）　B　f）　C　i）　D　h）　E　h）　F　a）

問６　1.8×10^{-4}mol　問7　9.5×10^{-2}g　問8　1.3×10^{-1}g

3

問１　(1)　(ア)：メスフラスコ　(イ)：ホールピペット　(ウ)：ビュレット　(2)　(ア)

問２　(1)　(あ)：フェノールフタレイン　(い)：メチルオレンジ

(2)　(a)　赤　(b)　無　(c)　黄　(d)　赤

問３　3.65×10^{-1}%

問４　(3)　$Na_2CO_3 + HCl \longrightarrow NaHCO_3 + NaCl$

(4)　$NaHCO_3 + HCl \longrightarrow H_2O + CO_2 + NaCl$

問５　炭酸ナトリウム：7.80×10^{-2}mol/L　炭酸水素ナトリウム：1.04×10^{-1}mol/L

問６　51.4%

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第６講

1

ウ

2

問１　(6)

問２　(1)　酸化剤　　(2)　還元剤　　(3)　還元剤　　(4)　酸化剤

3

問１　2)・3)

問２　1)

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第7講

1

問1　③

問2　②・⑤

2

(1)　$2KMnO_4 + 5H_2C_2O_4 + 3H_2SO_4 \longrightarrow 10CO_2 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O$

(2)　$3Cu + 8HNO_3 \longrightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$

(3)　$H_2O_2 + 2KI \longrightarrow I_2 + 2KOH$

3

問1　A　メスフラスコ　B　ホールピペット　C　ビュレット

問2　0.100 mol/L

問3　2.00×10^{-2} mol/L

問4　3.1%

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第 8 講

1

問 1　ア　MnO_4^{-} ＋ $8H^{+}$ ＋ $5e^{-}$ $\longrightarrow$ Mn^{2+} ＋ $4H_2O$

イ　$C_2O_4^{2-}$ $\longrightarrow$ $2CO_2$ ＋ $2e^{-}$

ウ　ホールピペット　エ　ビュレット

問 2　2.4 mg/L

問 3　(a)・(c)

2

問 1　青紫色から無色に変化する。

問 2　3.00×10^{-2} mol/L

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

確認テスト解答

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第１講　確認テスト

1　④

【解説】

アンモニウムイオンNH_4^+はアンモニアNH_3に水素イオンH^+が配位結合してできたものである。

2　a・d

【解説】

b　同族では周期表の上すなわち原子番号の小さいものほどイオン化エネルギーが大きい。

c　同じ周期でイオン化エネルギーと電子親和力の和が等しいことはない。

e　原子番号が大きくなると，陽子が多いため，電子が原子核に強く引きつけられて半径は小さくなる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第２講　確認テスト

1　⑤

【解説】

^{85}Rbの存在比をx%とすると，

$$84.9\times\frac{x}{100}+86.9\times\frac{100-x}{100}=84.9+2\times\frac{100-x}{100}=85.5$$

よって$\underline{x=70\%}$

2　②

【解説】

濃硫酸の体積をx(mL)とすると，

$$x\times1.8\times\frac{95}{100}\times\frac{1}{98}=0.20\times1.0$$

$\underline{x=11.46\,\mathrm{mL}}$

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第３講　確認テスト

1　①

【解説】

$$[\mathrm{H}^+] = 0.2 \times \frac{1}{100} \times 2 \times 1$$

$$= 4.0 \times 10^{-3}\,[\mathrm{mol/L}]$$

$$\mathrm{pH} = -\log(4.0 \times 10^{-3})$$

$$= 3 - 2\log 2$$

$$= \underline{2.4}$$

2　④

【解説】

水酸化ナトリウム水溶液の濃度をx mol/Lとすると

$0.025 \times 25 \times 2 = x \times 10 \times 1$　　$\underline{x = 0.125\,\mathrm{mol/L}}$

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第４講　確認テスト

1　b・d

【解説】

強酸と弱塩基からなる塩→b

強酸と強塩基からなる酸性塩→d

a　塩基性　　c　塩基性　　e　中性

2　ウ

【解説】

一価の酸（A・B・C）をそれぞれ1mg，酸の分子量をM，中和点までの水酸化ナトリウムの滴下量をVmLとすると，

$$\frac{1}{M}\times 1 = 0.1\times V\times 1$$

となり，Vが大きいほどMが小さくなることがわかる。

グラフより，VはB＞A＞Cなので，MはB＜A＜Cである。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第５講　確認テスト

1　②

【解説】

硫酸アンモニウム$(NH_4)_2SO_4$の濃度をx mol/Lとすると，この溶液15mLに含まれる$(NH_4)_2SO_4$の物質量は15x mmolであり，生じるアンモニアNH_3はその2倍の物質量であるため，30x mmol。

以上より，酸と塩基の量的関係より，

$30x \times 1 + 0.10 \times 40 \times 1 = 0.10 \times 50 \times 2$　　よって，$x = \underline{0.2\,\text{mol/L}}$

中和点は酸性域であるため，メチルオレンジが適切な指示薬である。

2　④

【解説】

一段目で炭酸ナトリウムと塩酸が1：1で反応する。グラフより，一段目の塩酸の滴下量は16mLであるため，炭酸ナトリウム水溶液の濃度をx mol/Lとすると，

$x \times 20 = 0.1 \times 16$　　$\underline{x = 0.080\,\text{mol/L}}$

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第６講　確認テスト

1　①

【解説】

ⅰ）　単体の酸化数は0である。

ⅱ）　$KMnO_4$より，$(+1)+x+(-2)\times 4=0$　　$x=+7$

ⅲ）　金属と結合した水素の酸化数は -1である。

2　②

【解説】

酸化数の変化を調べてもよいが，代表的な酸化剤還元剤であるため，即答したい。

H_2O_2は通常酸化剤，還元剤になることもある。

SO_2は通常還元剤，酸化剤になることもある。

H_2Sは還元剤。

よって，H_2O_2(通常酸化剤)＞SO_2(酸化剤にもなる)＞H_2S(還元剤)

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第７講　確認テスト

1　イ

【解説】

AとCには単体(S・Cu)が含まれるため，酸化還元反応。

Eは代表的な酸化剤($K_2Cr_2O_7$)と還元剤(SO_2)の組み合わせであるため，酸化還元反応。

よってBとDが酸化還元反応ではない(弱酸遊離反応である)。

2　イ

【解説】

$$Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + e^-$$

$$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$$

より，　硫酸鉄(Ⅱ)のモル濃度を$x$mol/Lとすると，

$x \times 5.00 \times 1 = 0.020 \times 7.50 \times 5$　　$\underline{x = 0.15\,\text{mol/L}}$

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第８講　確認テスト

1　A　①　　B　②　　C　④

【解説】

A　単体(I_2)が含まれるため，酸化還元反応である。

B　$C_6H_8O_6$が$C_6H_6O_6$に変化することが与えられており，H原子を失っているため，$C_6H_8O_6$自身は酸化されているため，還元剤である(I_2が酸化剤であるから$C_6H_8O_6$は還元剤と考えてもよい)。

C　$C_6H_8O_6 \longrightarrow C_6H_6O_6 + 2H^+ + 2e^-$

$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$

であるため，ビタミンC水溶液の濃度をx mol/Lとすると，

$x \times 10 \times 2 = 0.010 \times 20 \times 5$　　$\underline{x = 0.050\,\text{mol/L}}$

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

Ⓒ RECRUIT
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。